



Environ Health Perspect. 2017Nov; 125(11): 495-501. <https://ehp.niehs.nih.gov/ehp2484/>

New Blood: The Promise of Environmental Health Citizen Science Projects

新しい血を入れる：環境保健市民科学プロジェクトの期待（上）

Nancy Averett

Nancy Averett writes about science and the environment from Cincinnati, Ohio. Her work has been published in Pacific Standard, Audubon, Discover, E/The Environmental Magazine, and a variety of other publications.

Nancy Averett はオハイオ州シンシナティ出身の、科学と環境をテーマにするライターです。彼女の著作は Pacific Standard, Audubon, Discover, E/The Environmental Magazine など多くの刊行物に発表されています。

翻訳者：五島廉輔、五島綾子、上田昌文 翻訳補助：杉野実

* 段落番号は日本語訳と英語原文との参照がしやすくなるように訳者が付したものです。

* 『市民研通信』第44号（今号）と第45号（次号）の2回に分けて掲載します。文献はどちらにも全文掲載しています。

1) Mónica Ramírez-Andreotta sat on a folding chair holding a notebook and pen in the Humboldt Elementary School gym. It was August 2008, and Leah Butler, a project manager with the U.S. Environmental Protection Agency (EPA), was leading a public meeting about the recent designation of a Superfund site within the small community of Dewey-Humboldt, Arizona. The agency had determined that more than 4 million m³ of mine tailings left behind by the Iron King Mine and the Humboldt Smelter posed a health risk to the residents.¹

1) Mónica Ramírez-Andreotta はフンボルト小学校の体育館でノートとペンを持って折り畳みイスに座っていました。2008年8月のことでした。米国環境保護庁（U.S.EPA）のプロジェクトマネージャーの Leah Butler はアリゾナ州、デューイ・フンボルトの小さいコミュニティ内に最近設定されたスーパーファン ドサイト^{注1}に関する市民集会で司会をしていました。住民に健康リスクを引き起こす 400 万 m³ 以上の鉱 ぐずがアイアンキング鉱山とフンボルト精錬所によって置き去りにされたことが U.S.EPA（米国環境保護 庁）により確認されたからでした。¹

2) Butler explained to the audience that wind and water erosion could carry the hazardous waste, which contained arsenic, lead, and other contaminants, from the former industrial properties into Dewey-Humboldt neighborhoods, potentially contaminating residents' water, soil, and air. She then outlined what the agency's cleanup efforts would entail and how the community would be involved.²

2) Butler は聴衆に“風と水による浸食によって以前の工業地所からデューイ・フンボルト地域にヒ素、鉛、その他の汚染物質を含んだ危険な廃棄物が住民の水、土壌、大気を汚染しながら運ばれてきた可能性がある”と説明しました。さらに行政機関による浄化活動では何が求められるのか、そしてコミュニティはいかにして関与できるだろうかという点について概説しました。²

3) At the conclusion of the presentation, residents' hands shot up, and Ramírez-Andreotta scribbled down their questions. Then a doctoral student at the University of Arizona, she was also employed as the research translation coordinator for the University of Arizona Research Program. The program, which is funded by the National Institute of Environmental Health Sciences, promotes multidisciplinary research on human health and environmental issues related to hazardous substances. Ramírez-Andreotta's job that night was to listen to community members' concerns and let them know about the program.

3) プレゼンテーションの結論について、住民の手が上がりました。Ramírez-Andreotta は彼らの質問を走り書きしました。その当時、アリゾナ大学の医学生であった彼女はアリゾナ大学スーパーファンド研究計画のための研究説明コーディネーターとして雇用されていました。その計画は米国環境衛生科学研究所(NIEH)から基金を提供されており、有害物質と人の健康や環境の問題について学際的研究を促進するためのものでした。その晩、Ramírez-Andreotta の役目はコミュニティメンバーの懸念に耳をかたむけ、この研究について彼らに知らせることでした。

4) One question she heard more than once from residents struck her as particularly interesting: Was it safe to eat the vegetables they grew in their gardens?

4) 彼女は、これまでも何度か聞いたことがある一つの質問が住民から出されたことに特に興味を惹かれました。その質問は「自宅の庭で栽培した野菜を食べて安全か?」というものでした。

5) After the meeting, Ramírez-Andreotta approached some of the audience members, introduced herself, and made a proposal about their gardening concerns. “I cannot give you a specific answer at this point in time,” she said. “But are you interested in working together to do the research and come up with the answer?”

5) ミーティングの後で、Ramírez-Andreotta は何人かの聴衆のところに寄って行って、自己紹介をして、庭での栽培についての心配に対して、ある提案をしました。“現在のところ、私は明確な解答はできません。しかし、答えを見つけるために一緒に研究してみたいとは思いませんか?”と彼女はたずねたのです。

6) There is a long history of laypeople participating in scientific research, from Charles Wilson Peale's efforts in the 18th century using public donations to create the first U.S. natural history museum³ to 20th-century homemaker Lois Gibbs canvassing her neighbors in the Love Canal community to record their children's birth defects.⁴

6) 一般の人々（レイピープル）^{注2}が科学研究に参加した長い歴史があります。それは18世紀チャールス・ウイilson・ピール^{注3}の活動による米国で最初の自然史博物館³を公的寄付金により設立した事例から、20世紀においては主婦ルイス・ギブス^{注4}がラブ・キャナル・コミュニティにおける近隣の人々を念入りに調べ、彼らの子供たちの先天性異常を記録した事例まであげられます。⁴

7) Still, it has only been in the past few decades, since the term “citizen science” was coined in the mid-1990s,⁵ that the practice has been recognized formally by the scientific community.⁶ Although some investigators remain wary of citizen science⁶ (and some citizens in environmentally contested areas are skeptical that scientists will investigate their true concerns), an increasing number of studies have reaped benefits from community involvement.⁷

7) ですが、⁵ 市民科学の実践が科学コミュニティによって正式に認められるようになったのは、ほんの十数年前の1990年代半ばに、「市民科学」という用語が作り出されてからにすぎません。⁶一部の研究者は市民科学に対して慎重でしたが（他方、環境問題でもめている地域の一部の市民は、科学者が自分たちが心から懸念していることを調査しているのかどうか懐疑的でした）、コミュニティを巻き込んで数々の研究成果が得られるようになりました。⁷

8) Citizen science projects also have the potential to democratize science by exposing a greater and more diverse section of the population to the scientific process. This is especially true in the environmental health research realm because a disproportionately high number of people of color and of low income—who also are underrepresented in the research community—live near environmentally compromised spaces.⁸

8) 市民科学プロジェクトは住民のより多数でより多様な人々に科学がどうなされていくかを公開することによって科学を民主化する可能性も持っています。このことは、特に環境保健研究部門においてあてはまります。環境に問題が生じてしまっている場所の近くには、有色で低収入の人々—そうした人びとは研究者集団のなかでもやはり少数なのですが—人口比でみてあまりにも不釣り合いに多く住んでいるからです。⁸

9) “I like to stress that now we live in a time where your ZIP code may be more important than your genetic code,” Ramírez-Andreotta says. “Where you live, your proximity to waste, your socioeconomic status, and your physical environment can, in some cases, mean more in terms of your health than the genetic makeup that you were born with.”

9) “今、我々は遺伝子コードよりZIPコード（郵便番号）の方が重要であるかもしれない時代に生きていることを強調したいと思います。自分が住んでいる場所、廃棄物がどれくらい近くにあるのか、社会経済的地位、生活の物理的環境が、場合によっては、持って生まれた遺伝子組成よりも自分の健康を左右するのです”とRamírez-Andreottaは述べています。

10) Citizen science projects involving environmental health research can be challenging for both investigators and residents in affected communities however. Some scientists, for instance, may worry they will be labeled environmental activists and their scientific neutrality compromised if they help a group of concerned citizens to investigate potential environmental contamination. Others may wonder if they can obtain reliable data from people who have no formal scientific training. On the flipside, residents may become frustrated if their health concerns are

not taken seriously and if they are not included equitably in decision making and data sharing while the investigation is ongoing.⁹

10) しかし環境保健研究がらみの市民科学プロジェクトは、その影響を調べようとするコミュニティの中にいることで、研究者にとっても住民にとっても、困難になる場合があります。例えば、あるかもしれない環境汚染を調べようとしている市民グループを助けようとする科学者がいると、その人は、環境活動家というレッテルが貼られて自身の科学的中立が損なわれることを心配するかもしれません。正規の科学的訓練を受けていない人々から確かなデータを得ることができるかどうかを疑う科学者もいるかもしれません。その一方で、住民は彼らの健康懸念が真剣に取り上げられないのではないかと、調査が続いている間に住民が意思決定やデータ共有に公正に参加できないのではないかとという疑念をもつかもしれません。⁹

Concerns and Confidence

懸念と信頼

11) Marc Edwards, a professor at Virginia Polytechnic Institute and State University, stood on the lawn of City Hall at Flint, Michigan, at a press conference. He held two small plastic bottles, one filled with orange water. Next to him was LeeAnne Walters, mother of four, who several months earlier had sent Edwards 30 samples of her tap water. Tests showed the water to have high levels of lead—one sample had more than 1,300 times the World Health Organization’s maximum acceptable limit of 10 ppb for lead in water. “It was the worst I’ve seen in 25 years,” Edwards says. He estimated at the press conference that 5,000 Flint homes had tap water lead levels that exceeded 10 ppb.

11) ヴァージニア工科大学教授 Marc Edwards は記者会見で、ミシガン州フリントにあるシティーホールの芝生に立っていました。彼は二つの小さいプラスチック製のボトルを持っていました。一つにはオレンジ色の水が入っていました。彼の隣には4人の子供の母親である LeeAnne Walters がいました。彼女は数か月前に自宅の水道水のサンプル30個を Edwards に送っていました。テストの結果、その水は高いレベルの鉛を含んでいました。ひとつのサンプルは飲料水中の鉛の世界保健機構の最大許容限度 10 ppb の1,300倍以上でした。“私が25年間で経験した最も悪い値でした”と Edwards は言っています。彼は記者会見で5000のフリントの家庭の水道水に10ppmを超える鉛が含まれていたと推定しました。

12) After he measured the lead in Walters’s water, Edwards and his graduate students distributed water test kits to Flint residents. His students also made a video¹⁰ explaining how to take samples of drinking water, and local community groups and representatives of the American Civil Liberties Union held training sessions in the basement of a local church.

12) Edwards は Walters 家の水道水中の鉛を測定後、大学院生と共にフリントの住民に水質試験キットを配布しました。また学生たちは飲料水のサンプリングの方法を説明するビデオ¹⁰を作成しました。そして地元のコミュニティグループとアメリカ自由人権協会の代表者たちは地元の教会の地下室で勉強会を開きました。



Graduate students and researchers from Virginia Tech assembled and shipped 300 water testing kits for Flint citizen scientists. The kits included labeled bottles and an instruction sheet for sampling tap water. Image: © Marc Edwards/Virginia Tech.

ヴァージニア工科大学の大学院生と研究者たちはフリントの市民科学者のために 300 個の水質試験キットを組み立て発送しました。そのキットにはラベルの貼られたボトルと水道水のサンプリングの説明書が入っていました。

13) Edwards says he was confident that the Flint residents could collect the water samples properly. His assurance stemmed from several factors. For one, local water utilities already routinely rely on citizens to send in their own samples to determine compliance with the Lead and Copper Rule, which is enforced by the U.S. Environmental Protection Agency.¹¹ In addition, his previous experience of working with residents of Washington, DC, whose water had been found to have high lead levels years earlier, showed him that most laypeople who suspect pollution in their water are, as he puts it, “very careful and more concerned than most scientists about making a sampling mistake.” And finally, he points out that the U.S. EPA protocol allows for some mistakes and that his team looks for sampling anomalies.

13) Edwards はフリントの住民が適切に水道水のサンプルを集めることができたと確信していた、と述べています。彼がそう確信できるのはいくつかの理由があったのです。一つには、米国環境保護庁 (U.S. EPA) によって施行されている鉛・銅規則に従った法令順守を判定するために、地方の水道局が住民から送ってもらうサンプルに日常的に頼っていたことです。¹¹ 加えて彼は、数年にわたって水道水の鉛のレベルが高いことが判明したワシントン.DC で、住民とともにその調査をした経験もあって、水道水の汚染を疑っているほとんどの一般の人々 (レイピープル)^{注4}が、彼が言うように、“サンプリングのミスを行さないか、ほとんどの科学者よりも、注意深くしているし気を使っている”ことが彼にはわかっていたのです。そして最後に、U.S. EPA のプロトコルではミスがいくつか見逃されてしまっており、彼のチームはそのミスから来るサンプリング異常を探しあてることもしているのだ、と指摘しています。

14) Under the Lead and Copper Rule, the agency throws out the 9 samples with the highest concentrations of lead from every 100 collected. That is because, although there is no maximum contaminant level (MCL) for lead, utilities must take corrective action if more than 10% of households sampled have concentrations of the metal above the action level set by the U.S. EPA.¹¹

14) 鉛・銅規則のもとで、検査機関は集められた100サンプル毎に最も高い濃度の9サンプルを処分します。その理由は鉛の最大許容濃度(MCL)は存在しないけれども、サンプルを提出した家庭の10%以上がU.S. EPAによって定められた対策レベル以上の金属汚染がある場合には、水道局は是正処置をしなければならないからです。¹¹



Sampling Water for Lead in Flint MI - Instruction Video

The Virginia Tech students also produced an instructional video (<https://www.youtube.com/watch?v=dEQDaPws2xk>) to show how to correctly collect tap water samples using the kits. Correct sampling is critical to accurately capture how much lead residents may be ingesting through drinking water. Image: Courtesy of YouTube.

ヴァージニア工科大学の学生は、また試験キットに用いる水道水サンプルの正しい採取方法を示すために教育用ビデオ(<https://www.youtube.com/watch?v=dEQDaPws2xk>)を作成しました。正しいサンプリングは、住民が飲料水からいかに多くの鉛を摂取しているかを正確に記録するために重要です。(画像: YouTube の好意)

15) Despite Edwards's confidence, sampling error in citizen science projects is something that concerns many scientists. In a 2014 study, investigators Hauke Riesch and Clive Potter conducted qualitative interviews with scientists participating with the Open Air Laboratories network, a citizen science network in the United Kingdom. They found that data quality was “a clear area of worry for the majority of interviewees.”¹⁶

15) Edwards の確信にもかかわらず、多くの科学者は市民科学プロジェクトではサンプリングエラーが出るのではないかと懸念していました。2014年の研究で、調査官の Hauke Riesch と Clive Potter は英国の市民科学ネットワークである、Open Air Laboratories ネットワークに参加している科学者に対して質的インタビュー調査を行いました。彼らは “インタビューされた人の大多数が何を心配しているかという、それはまさにデータの質をめぐってである” ことを見出しました。⁶

16) To combat that concern, the scientists interviewed by Riesch and Potter employed a range of methods, from extensive training and supervision, to cross-checking the data with their own observations and/or data from previously published studies, to simplifying research questions and the data collection protocols as much as possible. “Needless to say,” they wrote, “the issues about data quality were in the end solved to the satisfaction of the participating scientists and therefore represented no stumbling block for the enterprise as a whole.”⁶

16) その懸念に立ち向かうために、Riesch と Potter によってインタビューされた科学者たちは一連のやり方を設けました。すなわちそれは、広範囲な訓練と指導から始めて、科学者が自身の観察から得たデータとの、あるいは、以前に発表されたデータとの突き合わせ（クロスチェック）をし、調査項目とデータ収集プロトコルをできるだけ簡素化することにいたるまでのものでした。“いうまでもなく、データの質についての問題点は最終的には参加している科学者たちが満足するよう解決したので、全体として事業に障害が生じることはなかった” と⁶ Riesch と Potter は書いています。

17) Ramírez-Andreotta followed a similar protocol in Dewey-Humboldt. She held extensive training sessions with the residents and conducted a controlled greenhouse study growing similar vegetables in three different soil types.¹² She also randomly selected households where she collected her own samples to compare against the residents’ samples. She was exceedingly careful, she says, “because I knew if we observed a contaminant of concern at an elevated concentration, that one of the first things others might want to challenge is the methodology; they’d say, ‘Oh, they did not know how to collect the samples.’”¹³

17) Ramírez-Andreotta はデューイ-フンボルトで同じようなプロトコルに従事していました。彼女は住民に徹底した訓練を施す集いを設け、管理された温室で3種の土壌を使って同じ野菜を育てるという研究を実施しました。¹² 彼女はまた住民のサンプルと比較するために自身でサンプルを集める家庭を無作為に選びました。彼女はきわめて注意深く、“もし我々が異常に高い濃度で問題の汚染物質を見つけ出せば、他の人が最初に文句をつけるであろうことは、まず方法論だろう、ということはわかっています。彼らは ‘あいつらはサンプルの集め方を知らなかったんだよね’ と言うかもしれないでしょう” と述べています。

13

Finding Common Ground 共通の根拠を見つける

18) So what does it take for a regulatory agency to take the work of citizen scientists seriously enough to influence research agendas, affect policy, or change scientific standards of proof? Gwen Ottinger, an associate professor in Drexel University’s Center for Science, Technology and Society, has investigated that very question. Beginning in 2001 she looked at whether citizen science projects conducted by “fenceline” communities—those located adjacent to oil refineries and chemical manufacturing plants—were able to influence state and federal regulatory agencies. The focus of her study was the community of New Sarpy, Louisiana, which adjoins a Shell Chemical plant.¹⁴

18) では規制当局にとって、研究計画に影響し、方針に影響し、証拠の科学的基準値を変えるに十分なほどに市民科学者の研究をまじめに取り上げることは、どんな意味をもつのか？”ドレクセル大学の科学技術社会センター准教授の Gwen Ottinger はまさにその問題を研究しました。2001 年初頭に“フェンスライン”コミュニティ（これらは製油所や化学製油プラントに近接している）によって実施されている市民科学プロジェクトがはたして州と連邦規制局に影響を与えることができるのかどうかを、彼女は調べました。彼女の研究の焦点はシェル化学プラントに隣接するルイジアナ州ニューサーピーのコミュニティでした。¹⁴

19) Residents of New Sarpy worried that their health was being harmed by pollution spikes during events such as gas flaring and venting, plant start-ups, malfunctions, and accidents.¹⁵ They used “bucket sampling,” an inexpensive method for grabbing air samples at discrete points in time, to provide evidence that their industrial neighbors occasionally released high levels of dangerous chemicals into the air. As the name suggests, air is drawn into a nonreactive plastic bag inside a bucket, then the bag’s valve is closed, and the bag is shipped overnight to a laboratory for analysis.

19) ニューサーピーの住人はガスフレアリング^{注5}とガス抜き、プラント起動、故障および事故といった事態が進む中で、汚染の急上昇によって自分たちの健康が損なわれてきているのではないかと心配していました。¹⁵ 彼らは、隣の工場が時おり高レベルの危険な化学物質を大気中に放出している証拠を提出するために、時間内に別々の場所で大気のサンプルを集めるための格安の方法“バケットサンプリング”を用いました。その名前が示唆しているように、大気がバケット内の非反応性プラスチックバッグの中に吸引され、それからバッグのバルブが閉じられます。そしてバッグはその日のうちに分析のために研究室に運ばれるのです。

20) Regulatory clean air standards are designed to reflect pollution measurements averaged over longer periods of time. For instance, regulators use sampling instruments that may sample continuously over 24 hours, every sixth day.¹⁴ This mixes air collected during pollution peaks with the relatively clean air present during the rest of the sampling period. The results, Ottinger wrote in a 2010 article, render “pollution spikes invisible in the process of comparing air quality measurements to air quality standards.”¹⁴

20) 規制大気浄化基準は長時間に渡って平均された汚染の測定値で判断できるように作られています。例えば、規制者は 6 日毎に 24 時間に渡って連続的にサンプリングできる器具を使用しています。¹⁴ このサンプルには、比較的きれいな大気が続くなかでサンプリングした空気と、そのなかで生じる汚染のピークをサンプリングしたもののが混じっています。Ottinger は 2010 年の論文の中で“大気汚染の測定結果を汚染基準値に照らして比較しようとする、汚染のスパイク（急上昇して急降下する形）が見えなくなってしまう”と報告しています。¹⁴



An early bucket sampler used by the Louisiana Bucket Brigade employed a hand-held vacuum cleaner to pump the air out of a five-gallon plastic container, then draw ambient air into through a stainless steel inlet to a nonreactive plastic bag. Image: © Gwen Ottinger/Drexel University.

Louisiana Bucket Brigade

(ルイジアナバケット団体)によって使用された初期のバケットサンプラーは5ガロン(1ガロン:約3.785リットル)のプラスチックコンテナから大気を吸引し、それからステンレス鋼製注入口を通して非反応性プラスチックバッグの中に環境中の大気を吸い込むために携帯式真空掃除機を使用しました。

21) Because bucket sampling does not align with federal monitoring standards, Ottinger says the validity of the citizens' results was questioned by federal and state scientists. This presented an impasse of sorts, she says, with the scientists claiming the data were not legitimate and the citizens claiming the standards do not address the “right questions.”¹⁴ She believes this difference of views toward citizen science—one that is “scientific authority-driven” citizen science and the other “social movement-based” citizen science, needs to be addressed if the true potential of citizen science is ever to be fulfilled.

21) バケットサンプリングは連邦モニタリング基準に適合していないために、市民のサンプリング結果が有効かどうかを、連邦と州の科学者たちは疑問視した、と Ottinger は述べています。片や科学者側は「データがしっかりしていない」と主張し、片や市民の側は「基準が“まっとうに問題”を扱うことになっていないと主張する、というある種の行き詰まりを表していた、と彼女は言うのです。¹⁴ もし市民科学の十全に力を発揮するようになるべきだとするならば、この市民科学に対する見解の違い一ひとは科学者主導型の市民科学の見解、もう一つは社会運動に立脚した市民科学の見解—に言及していく必要があるだろう、と彼女は考えています。

22) “For people in the environmental justice movement who are trying to make a change, science is a mixed bag,” Ottinger says, “because a lot of versions of science tell them you’re not experiencing what you’re experiencing, whereas the environmental justice citizen scientists want to ask a research question that makes visible what they know from experience... It’s probably more of a spectrum than two poles, but they are important distinctions.”

22) “今の状況を変えようと環境正義運動^{注6}にたずさわっている人びとにとって、科学は寄せ集めなのです”と Ottinger は言います。“というのも、科学による説明の多くは、彼らが実際に経験していることに対して、そんなことを経験してはいないのですよ、と彼らに告げるようになっているからです。その一方で、環境正義にたずさわる市民科学者たちは、自分たちの経験からみえてきたことを明確にさせるような研究課題を提起したいのです……。科学にはそうした2つの極があるというより連続的な広がりがあるということなのかもしれませんが、でもその2つの違いは重要なのです。”



A citizen scientist collects air samples near the Norco Shell Chemical Plant. The samples provided evidence that the plant occasionally released high levels of pollutants that were not reflected in regulatory measurements averaged over longer periods of time. Image: © Louisiana Bucket Brigade.

ある市民科学者がノルコシェル化学プラントの近くで大気サンプルを集めています。そのサンプルは長期間に渡って平均化されて、規制のための測定値には反映されない高レベルの汚染物質をそのプラントが時々放出している証拠を提供していました

23) What is the solution? In the case of the Louisiana bucket brigade, some consensus was reached because the laboratory that analyzed the citizens’ samples used the same method that the U.S. EPA uses to analyze its own samples.¹⁶ That made the two sets of results directly comparable. In addition, the activists had used a U.S. EPA laboratory in California to conduct quality assurance testing on the use of the bucket sampler. Thus, they could argue that they were using a “U.S. EPA-approved” monitoring method. This allowed the bucket data to be received with some credibility among the research scientists.¹⁷

23) どう解決すればいいのでしょうか？ ルイジアナのバケット団体は、科学者にもある程度認められました。というのも、市民のサンプルを分析していた実験室はU.S. EPAが自身のサンプルの分析のために使用していたのと同じ方法を使っていたからです。¹⁶ このことは二組の結果を直接比較できることを意味します。加えて、活動家たちはバケットサンプラーを使用して品質保証試験を行うためにカリフォルニアにあるU.S. EPAの実験室を使っていました。ですので、彼らは「自分たちはU.S. EPAで認可されたモニタリング法に従ってやっている」と主張しようと思えば主張できたことでしょう。こうしたことがあったので、職業科学者たちにもこのバケットデータの信頼性はかなり高いと思われ、受け入れられることになったのです。¹⁷

24) Another solution is for activists to work to change the air quality standards. “Standards are meant to be ‘invisible’ so we do not have to think about them,” Ottinger says. It takes time and effort to lobby for change, and so it is not necessarily a place where social movement groups would want to spend their limited resources.¹⁴ Nevertheless, she says, citizen scientists may have to get deeper into the weeds and figure out how National Ambient Air Quality Standards are set and how they can make their voices heard when the standards are periodically reviewed. Anytime such a review is set to take place, there is a science policy workshop to gather input from both the scientific community and the public regarding policy-relevant issues and questions that can help inform the review.¹⁸

24) もう一つの解決は、大気質基準を変えるための活動です。“基準が（どう決まるかは外からは）「見えない」から、我々はそのことについて考えるには及ばない”とOttingerは言っています。それを変えようと陳情することは時間と努力を要します。時間・金・人に余裕ない社会運動グループにとっては必ずしも取り組みたい事柄ではないことでしょう。¹⁴ それにもかかわらず、市民科学者たちは藪の中により深く入り、国の環境大気質基準がどのようにして設定されているか、そして基準が定期的に再検討される時にどのようにして彼らの声を届かせることができるか、という問題を解決しなければならないかもしれません。そのような再検討が必要とされる時はいつでも、その再検討に役立つような政策関連の争点と質問をめぐって、科学コミュニティと市民の両者から見解を引き出すために、科学政策ワークショップが開催されます。¹⁸

25) Overall, Ottinger believes bucket testing and other citizen science pollution monitoring projects are pushing the U.S. EPA to be more proactive in finding methods to help citizens and the agency work together. She points to the U.S. EPA’s new website, the Air Sensor Toolbox for Citizen Scientists, Researchers, and Developers,¹⁹ which was designed to help members of the public choose from the plethora of low-cost sensors now available to conduct air quality monitoring. The site also provides information on funding, training, and pilot studies for citizen scientists.¹⁹

25) 全体として、バケット試験と他の市民科学汚染モニタリングプロジェクトによって、EPA（環境保護庁）自身が市民と共同で事業をすすめていくにはどうしたらいいかを前向きに考えるようになってきている、とOttingerは考えています。彼女はU.S. EPAの新しいウェブサイトである、『市民科学者、研究者、開発者のための大気センサーツールボックス』¹⁹を指摘します。このサイトは大気質をモニタリングするのに今入手できるじつに多種多様な低コストのセンサーを紹介していて、市民がどれかを選ぶ際に参考にすることができる作りになっています。このサイトはまた市民科学者のために、財源、訓練、予備調査に関しての情報を提供しています。¹⁹

26) At a 2015 workshop where community scientists received training in the use of the U.S. EPA's Air Sensor Toolbox,¹⁹ agency scientists told the attendees that using such tools would make it easier for the agency to act on the data they gather. "They said if you want [regulators] to take your data seriously, you need to have them involved from the very beginning, consult with them, tell them what is coming, how you did it," Ottinger recalls.

26) 市民科学者たちがU.S. EPAのAir Sensor Toolboxの使い方の訓練を受けていた2015年のワークショップで、¹⁹ EPAの科学者たちは、「この機器を使ってもらえれば、皆さんが集めたデータにこちらが対応しやすくなる」と告げたのです。「EPAの科学者たちは、「もし皆さんが自分が出したデータを{規制する側に} 真剣に取り上げてもらいたいと思うなら、ごく初期の段階からから彼らに接触し、話を持ちかけ、自分たちの先の取り組みやこれまでの活動のことを伝える必要があります」と語っていましたね」とOttingerは思い返しています。

27) Although a tool that helps citizens and regulatory scientists align their goals makes sense, it is still unlikely that even this will erase all the debate between lay and regulatory scientists, Ottinger says. "The rejoinder from some in the audience was, 'Well, wait a minute, we did all that, and it still did not work for us, because you did not like what you were seeing in the data.'"

27) 市民と規制当局の科学者が手を携えてゴールに向かえるようにする手法は意義あるものですが、それを用いたとしても一般の人びと（レイピープル）と規制当局の科学者の間で論争がなくなるということにはならないでしょう、とOttingerは言います。「観衆のなかから返ってくる答は、‘ちょっと待ってくれ、我々はやることはやった、でもまだ我々のために役立っていないんだ、だって、データから見えてくるものがあなた方のお気に召さないからなんだ。’ ”

28) Agency scientists may fear that citizen scientists have undertaken data collection with a biased mindset—for instance, convinced that a pollutant is causing health problems—which could result in skewed sampling. Ottinger, however, argues that citizens understand that any data they collect will be carefully scrutinized by agency scientists for evidence of problems. So the citizens have a strong motivation to collect high-quality data in a nonbiased way, in addition to the intrinsic motivation of protecting their health and families, says Ramírez-Andreotta.

28) 規制機関の科学者は、市民科学者が例えば、汚染が健康問題を引き起こしているに違いないといった偏った姿勢でデータを収集しており、それが歪んだサンプリングを生んでいる、と危ぶんでいるかもしれませんが。しかし、市民が集めたデータはなんであれ、問題の証拠のために規制機関の科学者によって注意深く吟味されることになる、と市民は理解しているのです、とOttingerは主張しています。市民は自分の健康と自分の家族を守るという本来備わっている意欲に加えて、公平な方法で高品質のデータを集めることに強い意欲を持っているのです、とRamírez-Andreottaは述べています。

29) Despite concerns, the U.S. EPA is investigating the possibilities of citizen science. "Data quality is always a priority when measuring air pollution, and EPA has well-defined data collection methods and guidelines to ensure that the data the agency uses in regulatory decisions is of the highest quality," says an agency spokesperson who requested anonymity per agency policy. "Engaging local, state, or federal environmental agencies in the early planning of a citizen science project will help in determining the data quality required for intended applications."

29) U.S. EPA は市民科学に懸念をいだきながらも、その可能性を研究しています。“データの品質は大気汚染を測定する時、常に優先事項です。EPA は明確なデータ収集法とガイダンスを定めています。それは、規制を決める際に使用するデータが最も高い品質であることを保証するためです”と、匿名でなら発言することが認められている EPA のスポークスマンは述べています。“市民科学プロジェクトに初期の段階から地方、州、連邦の環境機関が関わることで、意図する用途に応じてデータの質をよりうまく決めていけるようになるでしょう。”

30) At the end of 2016 an advisory council established by the U.S. EPA urged the agency to “embrace citizen science” and recommended several actions the agency could take to maximize citizen science and integrate it into its work. These included embracing citizen science as a core tenet of environmental protection; dedicating funding for citizen science for communities, partners, and the agency; enabling the use of citizen science data at the agency; and integrating citizen science into the full range of work at the U.S. EPA.²⁰

30) 2016 年の終わりに U.S. EPA によって設立された諮問委員会は、「市民科学の受け入れ」を EPA に強く迫り、市民科学を最大限に取り込んで自身の仕事に組み込んでいけるようにするための活動をいくつか推奨しました。これらのなかには、環境保護の中核となる考え方として市民科学を受け入れること；コミュニティや共同事業者、そして EPA 自身のために、市民科学に対する財源を割り当てること；EPA で市民科学で得られたデータを使用できるようにすること；EPA における全範囲の研究に市民科学を組み込んでいくこと、といった事項がありました。²⁰

【次号に続く】

Co-creating Citizen Science 市民科学を共同で作る

31) In 2004, Rose Eitemiller, a resident of Dewey-Humboldt, bought a newly constructed house on Sweet Pea Lane, near the Humboldt smelter. Eitemiller’s real estate agent had assured her the house could not have been built if the land were contaminated. A few years later, though, after she and her husband found debris in their yard connected to the smelter, Eitemiller called the U.S. EPA project manager who was analyzing the mine tailing site.

31) 2004 年にデューイ-フンボルトの住民である Rose Eitemiller はフンフルト精錬所の近くで、スィートピーレーンに新築の家を購入しました。Eitemiller が取引した不動産業者は、もし土地が汚染していたなら、その家を建てられたわけがないと言って、彼女を安心させていました。けれども数年後、彼女と夫が精錬所につながっている自宅の庭でがれきを見つけた後、Eitemiller は鉦くず用地を分析していた U.S. EPA のプロジェクトマネージャーを呼びました。

32) “I said, ‘I am wondering if we’re contaminated, too,’ and she said, ‘We haven’t even thought about looking over there,’ and I said, ‘You are kidding!’” recalls Eitemiller. She later had her young son tested, with the results showing he had elevated levels of arsenic in his urine that exceeding the 50th percentile for his age range. The U.S. EPA eventually included the smelter in its Superfund listing, and removed and replaced about 61 cm (2 ft) of contaminated soil in most of the yards on Eitemiller’s street.²¹

32) 私は、「私たち自身も汚染されているわけ？」と言い、彼女は「まさか！あその土地が調査されるなんてことは想像もしなかったのに」と言ったのを、Eitemiller は覚えています。その後、彼女の年少の息子が検査を受けました。彼の尿中のヒ素濃度は彼の年齢層の 50 パーセンタイル^{注7}を超えるほど高いという、調査結果が出ました。U.S. EPA は、結局、その精錬所をスーパーファンドのリストに含め、そして Eitemiller の家の通りに面した庭の汚染土の大半にあたる表面から深さ 61cm (2ft) ほどを取り除き、入れ替えました。²¹

33) Eitemiller's experiences align with Ramírez-Andreotta's notion that residents who live near a hazardous waste site are knowledgeable about the site and intrinsically motivated to learn about the potential negative ecological and health outcomes posed by the site. This makes them experts in their own right, she says, and a group worth listening to and working alongside.

33) Eitemiller の体験は Ramírez-Andreotta の考えたとおり、危険な廃棄物用地の近くに住んでいる住民はその用地のことに詳しくなり、その用地がどんな負の環境影響をかかえ、健康被害をもたらす恐れがあるかを知るようにもともと動機づけられているからです。このことによって、彼ら自身が彼らなりの専門家となり、耳を傾け一緒に研究する価値のあるグループとなることができるわけです、と彼女は述べています。

34) "When you're working with families living near contamination, they have a great deal of insight and important viewpoints," she says. "They're the ones taking the pictures of the mine tailing waste blowing off-site on windy days. They're the ones who are perhaps distressed and experiencing illness."

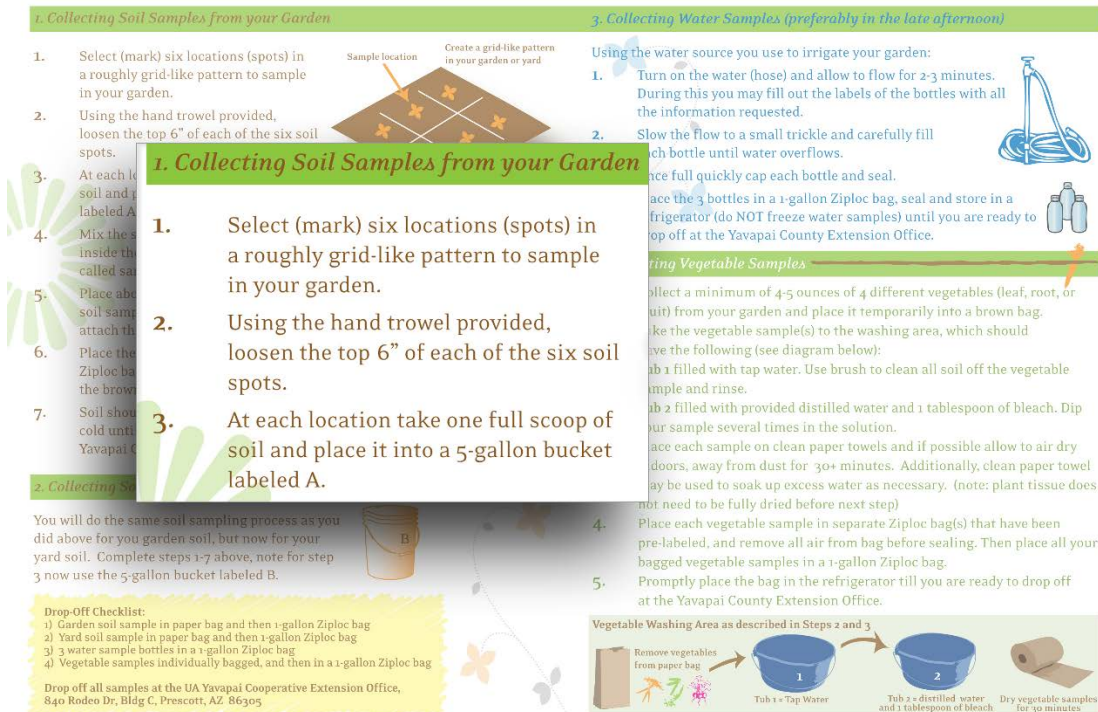
34) “汚染地区の近くに住んでいる家族とともに研究すれば、彼らが多く洞察力と重要な見解を持っていることがわかります。彼らは風のある日、鉤かず廃棄物が吹き飛ばされる写真を撮る人々です。おそらく病気に苦しめられ、体験している人々です。”と Eitemiller は言います。

35) After attending that first U.S. EPA meeting in August 2008, Ramírez-Andreotti continued to return to Dewey-Humboldt and talk to residents. Eventually she obtained a U.S. EPA grant to conduct a citizen science project to characterize the uptake of arsenic by vegetables commonly grown in the Dewey-Humboldt community. She named the project Gardenroots: The Dewey-Humboldt Arizona Garden Project.¹³

35) 2008 年 8 月最初の U.S. EPA 会議に出席後、Ramírez-Andreotti はデューイ・フンボルトに帰り、住民と話し続けていました。やがて、彼女はデューイ・フンボルトコミュニティで普通に栽培されている野菜からのヒ素の摂取を明らかにする市民科学プロジェクトを立ち上げるため、U.S. EPA 助成金を得ました。彼女はそのプロジェクトを Gardenroots 別名 The Dewey-Humboldt Arizona Garden Project と名付けました。¹³

36) From the start, Ramírez-Andreotta was determined to make Gardenroots as equitable as possible by having the residents decide the research question, design how the experiment would be conducted on their properties, take the samples, and learn how to interpret the results. This approach is called “co-created citizen science.”²²

36) 最初から、Ramírez-Andreotta は住民自身で研究課題を決め、彼らの所有地で実験がどのように行われるかを設計し、またサンプルを取ってその結果を解釈する方法を学んでいけるよう、できるだけ公平に Gardenroots を作ることを決めていました。このアプローチは「協働的市民科学」と呼ばれます。²²



As part of the

Gardenroots project, researchers developed an instruction manual

(https://superfund.arizona.edu/sites/superfund.arizona.edu/files/photofiles/gardenroots_instructional_manual.pdf) to help participants

properly collect soil, water, and vegetable samples from their homes. Image: © University of Arizona.

Gardenroots プロジェクトの一部として、研究者たちは参加者が彼らの家庭から土壌、水、野菜を適切に収集することを手助けするために説明マニュアルを開発しました。

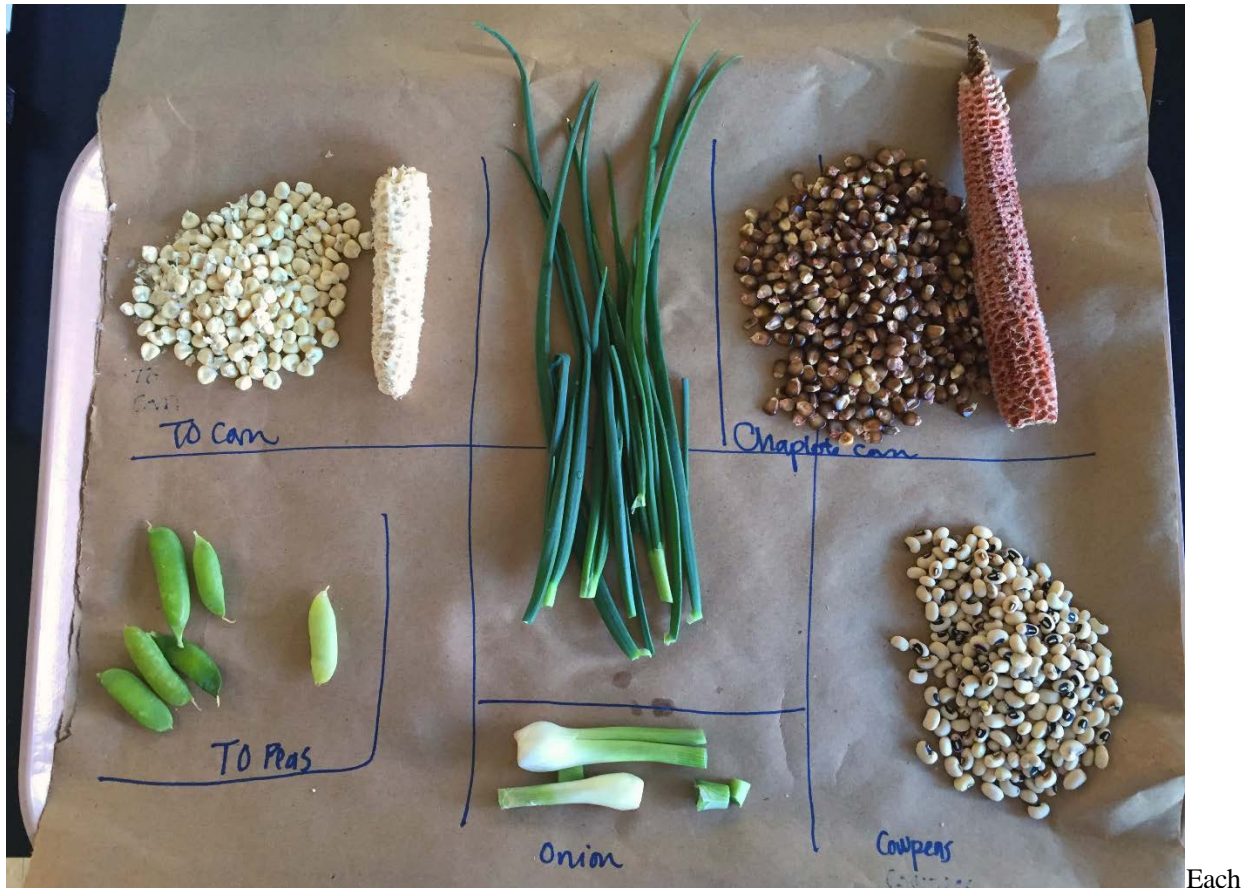
37) Community members, in addition to providing samples of irrigation water and soil, collected vegetables that they grew. The garden crops spanned the major plant families¹² and ultimately provided an invaluable data set, Ramírez-Andreotta says. By taking a public participatory approach, she says, the study was more applicable to the community, based upon what they actually grew and ate, and was thus fundamentally aligned with their research questions.

37) 灌漑用水と土壌のサンプルの提供に加えて、コミュニティーメンバーは彼らが栽培した野菜を集めました。園芸作物は主要な植物種を網羅していたので、非常に重要なデータ群を提供するものとなりました。市民参加方式のアプローチをとることによって、その研究は彼らが実際に育て、食べたものに基づいていたので、コミュニティーの現実をより反映するものになりました。そのことで、彼らが定めた研究課題に基本的に応えるものとなったのです、と Ramírez-Andreotta は述べています。

38) After analyzing residents' vegetable, soil, and water samples for arsenic, Ramírez-Andreotta faced the challenge of communicating the probability of developing cancer from exposure to the arsenic levels within the various media.

Late one night, she sat in front of her computer, designing customized booklets that she planned to give each resident listing the contamination levels in their soil, water, and vegetables. But how to explain their risk?

38) 住民の野菜、土壌、水のサンプル中のヒ素を分析した後に、Ramírez-Andreotta は種々の媒体中のヒ素レベルの曝露を、癌が発病する可能性と関連づけるという難題に直面していました。ある晩、遅く、彼女はパソコンの前に座って、彼らの土壌、水、野菜の汚染レベルの表を作成して各々の住民に渡すことにしている特別注文の小冊子をデザインしていました。しかし、いかにして彼らのリスクを説明したらよいのだろうか？



Gardenroots participant received the results of the arsenic testing on his or her homegrown vegetables. Afterward, many indicated they planned to take new precautions to avoid arsenic exposure through gardening. Image: © Mónica Ramírez-Andreotta/University of Arizona.

各々の Gardenroots 参加者は彼らの家庭で栽培した野菜のヒ素試験の結果を受け取りました。その後、多くの人たちは園芸を通してのヒ素曝露を避けるために、新しい予防措置を立案するつもりだと表明しました。

39) The U.S. EPA uses a risk assessment threshold of 1 cancer case in 10,000 as a basis for determining whether to clean up a Superfund site.²³ If risk posed by a given environmental pollutant falls between 1 in 10,000 and 1 in 1 million cases, this is deemed an acceptable risk.²³ Ramírez-Andreotta initially decided to frame the residents' results in terms of risk that would fall right in the middle of that range; she would give residents a chart listing how much of each vegetable they could eat from their gardens before hitting a risk level of 1 in 100,000.

39) U.S. EPA はスーパーファンドサイトを浄化するかどうかを決める基準として、10,000 人中 1 人の癌患者をリスク評価のしきい値^{注8}として用いています。²³ もし既知の環境汚染によってもたらされたリスクが 1/10,000 と 1/1,000,000 の間にあるならば、これは許容できるリスクだと考えられています。²³

Ramírez-Andreotta は当初リスクに関して住民の調査結果をその範囲のちょうど真ん中の値でリスクを判断するようにしようと決めていました。つまり 1/100,000 のリスクレベルに達する前に彼らの庭各種野菜をどのくらい食べることができるか、を記載したチャートを渡すつもりでした。

40) But then she had an “aha” moment. “I realized I had chosen their risk level for them!” she says. She went back to her computer and changed each booklet, making charts with three risk categories: 1 in 10,000, 1 in 100,000, and 1 in 1 million so residents could decide on their own how much they felt comfortable eating. She also gave them the raw data for their individual samples of vegetables, soil, and water.

40) しかし、ある瞬間「いや、待てよ」と、彼女はハッとしました。“「彼らのための彼ら自身のリスクレベルなのに、それを私が選んでいたんだ」と気がついたのです “と彼女は言います。パソコンに戻り、3 種のリスクカテゴリー、すなわち、1/10,000、1/100,000 および 1/1,000,000 を記載したチャートを作り、各々の小冊子を書き変えました。そうして住民がどのくらいまでなら快適な食事と感じられるかを住民自身で決めることができるようにしました。彼女はまた彼らの個々の野菜、土壌、水のサンプルに関する生のデータを彼らに渡しました。

41) Afterward, Ramírez-Andreotta said she was pleased that residents continued to garden but changed some of their practices. For instance, incidental soil ingestion and drinking water were estimated to pose a greater risk of arsenic exposure than eating the vegetables themselves, and a survey of the residents after the data-sharing event indicated they planned to take precautions to avoid these exposures. These included avoiding gardening on windy days, washing their hands after gardening, and storing gardening tools outdoors.²⁴ Some also recalculated their risk exposure because they knew there were certain vegetables they would not eat as often.

41) その後、住民は園芸を続けましたが、彼らの慣習の一部を変えたことは喜ばしいと Ramírez-Andreotta は述べました。例えば、（削除）栽培した野菜を食べることよりも、偶発的な土の体内摂取や飲水がより大きいヒ素曝露を引き起こすと評価されたこと、そして互いにデータを共有した後に行われた調査によれば、彼らがヒ素曝露をさけるための予防措置を計画したことです。²⁴ また幾人かは、頻繁には食べない野菜があることを考慮して、曝露リスクを再計算しました。

42) The project had also uncovered an unforeseen problem. A number of residents had water samples whose arsenic concentrations tested above the U.S. EPA’s MCL of 10 µg/L (or ppb). Among these were residents on town water, whose exceedances triggered a state notice of violation and a fine to the utility. Ramírez-Andreotta reported these findings to the U.S. EPA and the Arizona Department of Environmental Quality. However, the fact that the arsenic occurred naturally from the region’s geology made the contamination a state drinking water matter, not a Superfund matter. The U.S. EPA therefore had to delegate the issue to the Arizona department.

42) そのプロジェクトはまた予見できなかった問題を暴露しました。多くの住民が U.S. EPA の最大許容濃度である 10 µg/l(ppb)を越えたヒ素濃度の水サンプルを持っていました。これらの中には町の水を利用し

ている住民がいました。それらの超過が州法に違反しており、公益事業者は罰金を科せられるべきことがあきらかになりました。Ramírez-Andreotta はこれらの発見を U.S. EPA とアリゾナ州環境保全局に報告しました。しかし同局は、ヒ素がその地域の地質から自然に生じたとの事実から、その汚染をスーパーファンドの問題ではなくて、州の飲料水の問題であるとししました。それ故に U.S. EPA は州部局にその問題を委任しなければなりませんでした。

43) Ramírez-Andreotta says the U.S. EPA's inability to get involved was frustrating to residents, who did not want to be exposed to arsenic through their drinking water whether it was there naturally or not. Still, she believes that as a result of Gardenroots the residents had increased their capacity for advocating for their best interests. Having their residential site-specific data was critical in addressing the MCL exceedance, and it provided the evidence needed to move the water company into compliance.

43) Ramírez-Andreotta は次のように言っています。U.S. EPA がこの問題に関与できないことに住民は不満をいただきました。彼らはヒ素がそこに自然にあらうとなかろうと、飲料水を介してヒ素に曝露されたくはないのですから。Gardenroots の結果として、住民は彼らの最善の利益を引き出す能力を増していったと、今も彼女は信じています。彼らの住宅地特有のデータを所有していることは MCL（最大許容濃度）の超過に取り組むために重要でした。それは水道会社を法令順守に動かすために必要な証拠を提供したからです。

Citizen Concerns Change over Time 住民の関心は時とともに変わっていく

44) Ramírez-Andreotta and colleagues documented a shift in the concerns that Dewey-Humboldt residents expressed through the initial 5 years (2008–2013) of being listed as a Superfund site. Using U.S. EPA public meeting records, town council minutes, Gardenroots meeting accounts, newspaper stories, and U.S. EPA factsheets mailed to residents, she and her coauthors observed that community members moved from a passive position of absorbing information to an action-oriented position of applying scientific knowledge to protect themselves.²⁵ The shift in residents' outlooks from passive to active, Ramírez-Andreotta believes, occurred in part as a result of the community's engagement in research with the University of Arizona Superfund Research Program, which provided a platform for free-choice learning.

44) Ramírez-Andreotta と共同研究者はデューイ・フンボルトの住民がスーパーファンドサイトとしてリストにのせられた初期の5年間（2008-2013）を通じて示していた関心の変化を詳細に記録しました。U.S. EPA 市民会議記録、町議会議事録、Gardenroots 会議報告書、新聞記事、住民へ郵送された U.S. EPA 概況報告書を用いて、彼女と共著者たちはコミュニティーメンバーたちが情報を吸収することに消極的な立場から、彼ら自身を守るために科学知識を応用する行動指向の立場へと移行したことを観察しました。²⁵ 住民の見解の消極性から積極性への変化したのは、一つには、自由に選択できる学びのための討論の場を提供した、アリゾナ大学スーパーファンド研究プログラム（University of Arizona Superfund Research Program）での研究に住民が関与したことが挙げられると Ramírez-Andreotta は考えています。

45) The U.S. EPA spokesperson says the agency believes it is critical to involve communities in the entire Superfund process. “Communities play a key role in informing EPA of how they want to be engaged in the process,” says the spokesperson. “In turn, EPA tailors its outreach to meet community needs, offering a wide range of opportunities for communities to learn about the science and health issues related to cleaning up Superfund sites.”

45) U.S. EPA のスポークスマンは、スーパーファンドプロセスの全体にコミュニティが関与することは決定的に重要だと考えている、と述べています。“そのプロセスにコミュニティがどう関わりたいのかを EPA に知らしめる上で、コミュニティは重要な役割を担っています。それに対して、EPA はスーパーファンドサイトの浄化に関連する科学と健康について学べるように、コミュニティに広範囲の機会を提供しながら、コミュニティのニーズに応じるために支援活動を編成していくのです。”

46) Ramírez-Andreotta recommends that the U.S. EPA work more to involve residents in the Superfund process beyond an initial typically one-time survey. She says residents can be involved during the remedial investigation that the agency conducts when a site is placed on the National Priorities List for cleanup. “Involving the affected communities via community-engaged research and participation in environmental projects during the USEPA’s Superfund management is critical,” Ramírez-Andreotta wrote in a 2016 article.²⁵ “It can lead to improvements in one’s knowledge and awareness, sense of control and ability to make informed decisions and take measures to mitigate exposures.”

46) Ramírez-Andreotta は、U.S. EPA が典型的な一回きりの初期調査に留まることなく、スーパーファンドのプロセスへの住民の関与を促す活動をもっとすすめていくのがよいと述べています。浄化のためにある用地が全国優先順位リストに記載された時、行政が実施することになる、改善のための調査がなされている間にも、住民は関与できるであろうと述べています。Ramírez-Andreotta は 2016 年の論文に次のように書きました。²⁵ “U.S. EPA スーパーファンドが運用されている間に、コミュニティ関与型の研究とそれへの住民参加を通して、被害を被るかも知れないコミュニティを巻き込んでいくことは非常に重要なことです。このことによって、人々は、知識、意識、管理のセンス、そして十分な情報に基づいて決定を行って曝露を低減するために対策をとる能力、を向上させることができるからです。”

References

1. U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency). 2017. Iron King Mine and Humboldt Smelter Description and History [website]. Washington, DC:U.S. Environmental Protection Agency.
<https://yosemite.epa.gov/r9/sfund/r9sfdocw.nsf/ViewByEPAID/az0000309013> [accessed 5 September 2017].
2. Tone S. 2008. Two chances to hear EPA's update on Iron King. Prescott Valley Tribune, online edition, News section, 14 August 2008.
<http://www.pvtrib.com/news/2008/aug/14/two-chances-to-hear-epas-update-on-iron-king-site/> [accessed 5 September 2017].
3. Diethorn K. 2017. Peale's Philadelphia Museum [website].
<http://philadelphiaencyclopedia.org/archive/peales-philadelphia-museum/> [accessed 5 September 2017].
4. Yerman MG. 2014. Lois Gibbs: 'The Government Wouldn't Help Me, So I Decided to Do It Myself.' Huffington Post, The Blog section, 22 April 2014.
http://www.huffingtonpost.com/marcia-g-yerman/the-government-wouldnt-he_b_5188348.html [accessed 5 September 2017].
5. Irwin A. 1995. Citizen Science: A Study of People, Expertise and Sustainable Development. New York, NY:Psychology Press.
6. Riesch H, Potter C. 2013. Citizen science as seen by scientists: methodological, epistemological and ethical dimensions. Public Underst Sci 23(1):107–120, PMID: [23982281](#), [10.1177/0963662513497324](#).
7. Nature. 2015. Rise of the citizen scientist [editorial]. Nature 524(7565):265, PMID: [26289171](#), [10.1038/524265a](#)
8. Soleri D, Long JW, Ramirez-Andreotta MD, Eitemiller R, Pandya R. 2016. Finding pathways to more equitable and meaningful public-scientist partnerships. Citiz Sci Theory Pract 1(1):9, [10.5334/cstp.46](#).
9. Ramirez-Andreotta MD, Brusseau ML, Artiola JF, Maier RM, Gandolfi AJ. 2014. Environmental Research Translation: enhancing interactions with communities at contaminated sites. Sci Total Environ 497-498:651–664, PMID: [25173762](#), [10.1016/j.scitotenv.2014.08.021](#).
10. American Civil Liberties Union of Michigan. 2016. Here's to Flint . Detroit, MI:American Civil Liberties Union of Michigan. <http://www.aclumich.org/herestoflint> [accessed 5 September 2017].
11. U.S. EPA. 2017. Drinking Water Requirements for States and Public Water Systems. Lead and Copper Rule [website]. <https://www.epa.gov/dwreginfo/lead-and-copper-rule> [accessed 5 September 2017].

12. Ramirez-Andreotta MD, Brusseau ML, Artiola JF, Maier RM. 2013. A greenhouse and field-based study to determine the accumulation of arsenic in common homegrown vegetables grown in mining-affected soils. *Sci Total Environ* 443:299–306, PMID: [23201696](#), [10.1016/j.scitotenv.2012.10.095](#).
13. Ramírez-Andreotta M. 2016. Cultivating Citizen Science to Reduce Environmental Risks [presentation, 31 October 2016. Presented at ScienceWriters 2016, 28 October–1 November 2016, San Antonio, TX:National Association of Science Writers.
14. Ottinger G. 2010. Buckets of resistance: standards and the effectiveness of citizen science. *Sci Technol Human Values* 35(2):244–270, [10.1177/0162243909337121](#).
15. Louisiana Bucket Brigade. 2015. Louisiana Bucket Brigade [website].
<http://www.labucketbrigade.org/content/bucket> [accessed 5 September 2017].
16. U.S. EPA. 1999. Air Method, Toxic Organics-15 (TO-15): Compendium of Methods for the Determination of Toxic Organic Compounds in Ambient Air, Second Edition: Determination of Volatile Organic Compounds (VOCs) in Air Collected in Specially-Prepared Canisters and Analyzed by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS). EPA 625/R-96/010b. Washington, DC:U.S. Environmental Protection Agency.
<https://www.epa.gov/homeland-security-research/epa-air-method-toxic-organics-15-15-determination-volatile-organic> [accessed 5 September 2017].
17. Frickel S, Gibbon S, Howard J, Kempner J, Ottinger G, Hess DJ. 2010. Undone science: charting social movement and civil society challenges to research agenda setting. *Sci Technol Human Values* 35(4):444–473, [10.1177/0162243909345836](#).
18. U.S. EPA. 2016. Process of Reviewing the National Ambient Air Quality Standards [website].
<https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants/process-reviewing-national-ambient-air-quality-standards> [accessed 5 September 2017].
19. U.S. EPA. 2017. Air Sensor Toolbox for Citizen Scientists, Researchers and Developers [website].
<https://www.epa.gov/air-sensor-toolbox> [accessed 5 September 2017].
20. National Advisory Council for Environmental Policy and Technology. 2016. Environmental Protection Belongs to the Public: A Vision for Citizen Science at EPA. EPA 219-R-16-001.
<https://www.epa.gov/faca/nacept-2016-report-environmental-protection-belongs-public-vision-citizen-science-epa> [accessed 5 September 2017].
21. Tone S. 2015. Dewey-Humboldt’s Superfund site still poses risks and triggers frustration. *Prescott Valley Tribune*, online edition, 29 April 2015.
<https://www.pvtrib.com/news/2015/apr/29/dewey-humboldts-superfund-site-still-poses-risks/> [accessed 5 September 2017].

22. Shirk JL, Ballard HL, Wilderman CC, Phillips T, Wiggins A, Jordan R, et al. 2012. Public participation in scientific research: a framework for deliberate design. *Ecol Soc* 17(2):29, [10.5751/ES-04705-170229](#).
23. U.S. EPA. 1992. Understanding Superfund Risk Assessment. 9285.7-06FS. Washington, DC:U.S. Environmental Protection Agency.
24. University of Arizona. 2017. Simple Steps to Start Collecting: Tips [website]. <https://gardenroots.arizona.edu/get-started#tips> [accessed 5 September 2017].
25. Ramirez-Andreotta M, Lothrop N, Wilkinson ST, Root RA, Artiola JF, Klimecki W, et al. 2016. Analyzing patterns of community interest at a legacy mining waste site to assess and inform environmental health literacy efforts. *J Environ Stud Sci* 6(3):543–555. PMID: [27595054](#), [10.1007/s13412-015-0297-x](#).

注 (文責：五島廉輔)

- 1) スーパーファンドサイト(Superfund site)

スーパーファンドとは、有害廃棄物がある土地を浄化するためのアメリカ連邦政府のプログラム。有害廃棄物がある土地の浄化に関わる法律や浄化に使用する信託基金を指していることもある。この有害廃棄物のある土地のことをスーパーファンドサイトという。サイトは土地や場所を意味する。米国環境保護庁（U.S.EPA）が情報提供を行っている。

[illegible]

- 2) レイピープル (laypeople)

市民科学の分野では職業的分野でない人々。layperson の複数形。もと、「聖職者ではない平信徒」という意味の宗教用語。「平民」の政治的語感とはかなりちがう。

- 3) チャールス・ウイルソン・ピール (Charles Wilson Peale)

チャールス・ウイルソン・ピール（1741-4-15~1827-2-22）はアメリカ合衆国の画家、軍人、博物学者でアメリカ合衆国独立時の著名人の肖像画で有名。フィラデルフィアに博物館の草分けを設立。

- 4) ロイス・ギブス(Lois Gibbs)

1952 年生まれ。アメリカの環境運動家。1978 年に表面化した「ラブキャナル事件」の中心人物。住民を率いて市、州、連邦政府と戦い、処分場跡地に開発された住宅地から組織（現「健康・環境・正義支援センター」CHEJ）を設立、今なお地域住人を助けて環境正義の実現のために行動している。

- 5) ガスフレアリング (gas flaring)

油田から出る不要なガスを放出・燃焼させること。

- 6) 環境正義・・・environmental justice

米国では市民生活がより便利で豊かになった反面、環境問題が深刻になるという現代社会における典型的な矛盾が生じている。特に、特定の社会、文化、民族集団や人種がこの弊害をより多く受けてきた事実があるが、その実態は着目されてこなかった。具体的には、有害廃棄物施設、農薬散布、自然資源開発などに起因する問題を受けたマイノリティや、関心を持つ研究者たちによって運動が展開され始めた。この流れが1990年以降、「環境正義」という名称で大きく取り上げられるようになった。

谷口守ほか 土木計画学研究・論文集、No 23, 319-324(2006)より

- 7) パーセンタイル (percentile)

計測値の分布（ばらつき）を小さい数字から大きい数字に並べ替え、パーセント表示することによ

て、小さい数字から大きな数字に並べ変えた計測値においてどこに位置するのかを測定する単位。

例えば、計測値として 100 個ある場合、5 パーセンタイルであれば小さい数字から数えて 5 番目に位置し、50 パーセンタイルであれば小さい数字から数えて 50 番目に位置し、95 パーセンタイルであれば小さい方から数えて 95 番目に位置する。

8) しきい値

ある値以上で効果が現れ、それ以下では効果が現れないことをいう。